

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Hiroshi MORIOKA**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **October 27, 2003**

Customer No.: 38834

For: **MICRO PATTERN FORMING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE
MANUFACTURING METHOD**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

October 27, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

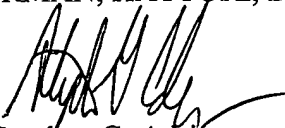
Japanese Appln. No. 2002-312941, filed on October 28, 2002

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP


Stephen G. Adrian
Reg. No. 32,878

Atty. Docket No.: 032045
Suite 700
1250 Connecticut Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
SGA/yap

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年10月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-312941

[ST.10/C]:

[JP2002-312941]

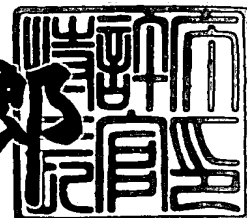
出 願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3046694

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240992

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065

【発明の名称】 微細パターンの作製方法及び半導体装置の製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 森岡 博

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091340

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 敬四郎

【電話番号】 03-3832-8095

【選任した代理人】

【識別番号】 100105887

【弁理士】

【氏名又は名称】 来山 幹雄

【電話番号】 03-3832-8095

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705794

【包括委任状番号】 0109607

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微細パターンの作製方法及び半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する工程と、

(b) He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、CO₂、及びN₂からなる群より選択された少なくとも1つの第1のガスとSO₂ガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする工程と

を有する微細パターンの作製方法。

【請求項2】 前記工程(b)において、前記第1のガスの流量を、前記混合ガス全体の流量の40%以上にする請求項1に記載の微細パターンの作製方法。

【請求項3】 前記基板が、下地表面上に形成された有機物からなる反射防止膜を有し、

前記工程(b)において、前記レジストパターンの表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして、前記反射防止膜をエッチングする請求項1または2に記載の微細パターンの作製方法。

【請求項4】 前記混合ガスがO₂ガスを含み、前記工程(b)が、エッチングの途中に、O₂ガスの流量に対するSO₂ガスの流量の比を増加させる工程を含む請求項3に記載の微細パターンの作製方法。

【請求項5】 (i) 半導体基板の上に、第1の膜を形成する工程と、
(j) 前記第1の膜の上に、有機物からなる反射防止膜を形成する工程と、
(k) 前記反射防止膜の上に、感光性レジスト材料からなるレジスト膜を形成する工程と、

(l) 前記レジスト膜を露光し、現像して、レジストパターンを形成する工程と、

(m) He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、CO₂、及びN₂からなる群より選択された少なくとも1つの第1のガスとSO₂ガスとを含む混合ガスのプラズ

マにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして前記反射防止膜をパターンニングする工程と、

(n) 表層部がエッチングされた前記レジストパターン及びパターンニングされた前記反射防止膜をマスクとして、前記第 1 の膜をエッチングする工程と、

(o) 前記レジストパターン及び前記反射防止膜を除去する工程とを有する半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記工程 (i) が、前記半導体基板の上に第 2 の膜を形成し、該第 2 の膜の上に前記第 1 の膜を形成する工程を含み、

前記工程 (n) の後に、前記第 1 の膜をハードマスクとして前記第 2 の膜をエッチングする工程を含む請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 前記混合ガスが O_2 ガスを含み、前記工程 (m) が、エッチングの途中に、 O_2 ガスの流量に対する SO_2 ガスの流量の比を増加させる工程を含む請求項 5 または 6 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 前記工程 (m) において、前記反射防止膜の全厚さ分がエッチングされるのに必要な時間が経過した時点で、 SO_2 ガスの流量比を増加させる請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する工程と、

He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも 1 つの第 1 のガスと、前記感光性レジスト材料と反応してイオンを含むポリマを形成する第 2 のガスとの混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする工程とを有する微細パターンの作製方法。

【請求項 10】 半導体基板の上に、第 1 の膜を形成する工程と、前記第 1 の膜の上に、有機物からなる反射防止膜を形成する工程と、前記反射防止膜の上に、感光性レジスト材料からなるレジスト膜を形成する工程と、

前記レジスト膜を露光し、現像して、レジストパターンを形成する工程と、

He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、CO₂、及びN₂からなる群より選択された少なくとも1つの第1のガスと、前記感光性レジスト材料と反応してイオンを含むポリマを形成する第2のガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして前記反射防止膜をパターンニングする工程と、

表層部がエッチングされた前記レジストパターン及びパターンニングされた前記反射防止膜をマスクとして、前記第1の膜をエッチングする工程と、

前記レジストパターン及び前記反射防止膜を除去する工程とを有する半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、微細パターンの作製方法及び半導体装置の製造方法に関し、特に感光性レジスト膜の露光及び現像により微細なパターンを作製する方法、及びその微細なパターンを使用して半導体装置を製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

特許文献1に、有機物からなる反射防止膜の上に形成されたレジスト膜を露光現像した後、Cl₂、HBr、O₂、及びArの混合ガスを用いて、反射防止膜をエッチングする技術が開示されている。また特許文献2に、HBrとO₂の混合ガスを用いる方法が開示されている。反射防止膜のエッチング時にレジストパターンの表層部もエッチングされて、パターンが縮小化される。これにより、現像直後のレジストパターンよりも微細なパターンを形成することができる。

【0003】

これらの方法では、レジストパターンの側壁に付着した保護膜の変形によってレジストパターンに応力が加わったり、ハロゲン系のガスによってレジスト樹脂が化学的作用を受けたりする。パターン寸法が大きい場合には、レジストパターンの受ける応力や化学的作用は顕在化しない。ところが、縮小化後のレジストパターンの最小寸法が100nm以下になると、レジストパターンの変形や倒壊が

生じる場合がある。

【0004】

特許文献3に、 Cl_2 と SO_2 と O_2 との混合ガス、または SO_2 と O_2 との混合ガスを用いて、レジストパターンの下の有機反射防止膜をエッチングする技術が開示されている。エッチングガスに Cl_2 等のハロゲンガスを含む場合には、レジストパターンへの化学的作用によるダメージが避けられない。

【0005】

【特許文献1】

特開平13-196355号公報

【特許文献2】

特開平10-98029号公報

【特許文献3】

特許2928391号公報

【特許文献4】

特許2971443号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、レジストパターンを縮小化させる際のパターンの変形や倒壊を防止することが可能な微細パターンの作製方法を提供することである。

【0007】

本発明の他の目的は、上述の微細パターンを用いて半導体装置を製造する方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の一観点によると、(a)基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する工程と、(b)He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも1つの第1のガスと SO_2 ガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする工程とを有する微細パター

ンの作製方法が提供される。

【0009】

本発明の他の観点によると、上記方法で作製した微細パターンをマスクとして有機反射防止膜をパターンニングする工程と、表層部がエッチングされた微細パターン及びパターンニングされた有機反射防止膜をマスクとして、その下の第1の膜をエッチングする工程と、レジストパターン及び有機反射防止膜を除去する工程とを有する半導体装置の製造方法が提供される。

【0010】

エッチング工程で用いる SO_2 ガスの代わりに、感光性レジスト材料と反応してイオンを含むポリマを形成するガスを用いてもよい。

エッチングガスに He 等を添加することにより、 SO_2 ガス等が感光性レジスト材料と反応して保護膜を過剰に形成することを抑制し、レジストパターンの変形や倒壊を防止することができる。また、レジストパターンのトリミング量のばらつきを少なくすることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1～図3を参照して、本発明の実施例による半導体装置の製造方法について説明する。

【0012】

図1(A)に示す状態に至るまでの工程を説明する。シリコン基板1の表層部に素子分離絶縁膜を形成し、活性領域を画定する。活性領域の表層部に、ウェル形成及び閾値制御のために必要なイオン注入を行う。図1(A)は、活性領域における基板の断面図を示す。

【0013】

シリコン基板1の表面上に、酸窒化シリコンからなる厚さ約1nmのゲート絶縁膜2を形成する。ゲート絶縁膜2は、例えば、基板表面を熱酸化して酸化シリコン膜を形成した後、この酸化シリコン膜を窒化することにより形成される。

【0014】

ゲート絶縁膜2の上に、多結晶シリコンからなる厚さ約110nmのゲート電

極層 3 を CVD により形成する。ゲート電極層 3 の上に、酸化シリコンからなる厚さ約 30 nm のハードマスク層 4 を、テトラエチルオルソシリケート (TEOS) を用いた CVD により形成する。

【0015】

ハードマスク層 4 の上に、ArF レーザの波長域の光を吸収する有機材料からなる厚さ 82 nm の有機反射防止膜 5 を形成する。有機反射防止膜 5 として、例えば、日産化学工業株式会社製の ARC 39 を用い、スピコート法により有機反射防止膜 5 を形成することができる。

【0016】

有機反射防止膜 5 の上に、ArF レーザに感光する厚さ 300 nm のレジスト膜を形成する。レジスト材料として、例えば、住友化学工業株式会社製の PAR 700 を用いることができる。このレジスト膜を ArF レーザで露光し、現像することによってレジストパターン 6 を形成する。レジストパターン 6 は、例えば、太さ 80 nm の複数の直線状パターンがピッチ 160 nm で配置されたラインアンドスペースパターン（縞状パターン）を有する。

【0017】

図 1 (B) に示すように、He と SO₂ と O₂ との混合ガスのプラズマを用いて、レジストパターン 6 の表層部をエッチングし、縮小化する。これによりレジストパターン 6 が縮小化されたレジストパターン 6a が残る。このとき、有機反射防止膜 5 の露出部分もエッチングされる。

【0018】

このエッチングは、誘導結合型プラズマ (ICP) 装置を用いて、以下の条件で行った。He、SO₂、及び O₂ の流量を、それぞれ 60 sccm、10 sccm、及び 20 sccm とし、プラズマ室内の圧力を 0.67 Pa (0.5 mTorr) とし、基板温度を 20° とした。プラズマ発生のための高周波電力を 300 W とし、基板を保持する電極へ供給するバイアス用高周波電力を 25 W とした。いずれの高周波電力も、周波数は 13.56 MHz である。

【0019】

図 2 (C) に示すように、さらに、有機反射防止膜 5 の底面までエッチングを

進める。この間に、レジストパターン 6 a がさらに縮小化され、その太さが約 45 nm になる。このように、初期の太さ 80 nm のレジストパターン 6 a を、太さ 45 nm まで細くすることができる。レジストパターン 6 a の細くなった量をトリミング量と呼ぶこととする。実施例の場合のトリミング量は 35 nm である。

【0020】

有機反射防止膜 5 の全厚さ分をエッチングした後、約 20 % のオーバエッチングを行う。ここで、20 % のオーバエッチングとは、有機反射防止膜 5 の全厚さ分をエッチングするのに必要な時間の 20 % の時間だけ余分にエッチングを行うことを意味する。オーバエッチングにより、有機反射防止膜 5 の膜厚のばらつきによる残渣の発生を防止することができる。

【0021】

図 2 (D) に示すように、レジストパターン 6 a 及び有機反射防止膜 5 をマスクとして、ハードマスク層 4 をエッチングする。ハードマスク層 4 は、例えば CF_4 ガスの誘導結合プラズマを用い、下記の条件でドライエッチングすることができる。例えば、プラズマ発生用の高周波電力を 300 W、基板を保持する電極へ供給する高周波電力を 25 W、プラズマ室内の圧力を約 0.67 Pa (5 mTorr)、 CF_4 ガス流量を 100 sccm、基板温度を 20℃ とする。ハードマスク層 4 がパターニングされ、ハードマスクパターン 4 a が形成される。

【0022】

次に、レジストパターン 6 a、反射防止膜 5、及びハードマスクパターン 4 a をマスクとし、 Cl_2 、HBr、 CF_4 、及び O_2 の混合ガスの誘導結合プラズマを用いて、下記の条件でゲート電極層 3 をドライエッチングする。例えば、プラズマ発生用の高周波電力を 500 W、基板を保持する電極へ供給する高周波電力を 34 W、プラズマ室内の圧力を約 1.4 Pa (12 mTorr)、 Cl_2 、HBr、 CF_4 、及び O_2 のガス流量をそれぞれ 100 sccm、250 sccm、150 sccm、及び 10 sccm とし、基板温度を 60℃ とする。

【0023】

図 2 (E) に、上記条件で 21 秒間エッチングを行った後の基板断面を示す。

ゲート電極層 3 が途中までエッチングされ、レジストパターン 6 a が消失し、反射防止膜 5 の表層部がエッチングされている。

【 0 0 2 4 】

この状態から、下記のエッチング条件に変えて、さらにゲート電極層 3 をエッチングする。プラズマ発生用の高周波電力を 3 5 0 W、基板を保持する電極へ供給する高周波電力を 1 8 W、プラズマ室内の圧力を約 0 . 8 P a (6 m T o r r)、H B r 及び O₂ のガス流量をそれぞれ 1 8 0 s c c m 及び 5 s c c m とし、基板温度を 6 0 °C とする。

【 0 0 2 5 】

図 3 (F) に、上記条件で 2 1 秒間のエッチングを行った後の基板の断面図を示す。ゲート電極層 3 の底面までエッチングが進み、多結晶シリコンからなるゲート電極 3 a が残る。このとき、有機反射防止膜 5 が完全に除去されてしまっても、ハードマスクパターン 4 a が残るため、所望の形状のゲート電極 3 a を形成することができる。

【 0 0 2 6 】

さらに、以下の条件で 4 0 秒間のオーバエッチングを行う。プラズマ発生用の高周波電力を 3 5 0 W、基板を保持する電極へ供給する高周波電力を 6 5 W、プラズマ室内の圧力を約 1 1 P a (8 0 m T o r r)、H B r、He、及び O₂ のガス流量をそれぞれ 1 5 0 s c c m、1 5 . 0 s c c m、及び 5 s c c m とし、基板温度を 6 0 °C とする。

【 0 0 2 7 】

図 3 (G) に示すように、図 3 (F) に示されている反射防止膜 5 を、酸素プラズマを用いてアッシングすることにより除去する。さらに、例えば希弗酸処理及び硫酸過水処理を含むウェット後処理を行う。

【 0 0 2 8 】

図 3 (H) に示すように、図 3 (G) に示されているゲート電極 3 a 上のハードマスクパターン 4 a 及び露出しているゲート絶縁膜 2 を、フッ酸により除去する。さらに、LDD 構造のエクステンション部へのイオン注入、サイドウォールスペーサ 8 の形成、及びソース及びドレイン領域 7 へのイオン注入工程を経て、

MISFET10を作製する。

【0029】

上記実施例では、図1(B)及び図2(C)に示したレジストパターン6の縮小化の工程において、 SO_2 ガスと O_2 ガスにHeガスを加えたエッチングガスを使用している。Heガスを加えることにより、パターン変形やレジストパターンの倒壊を防止し、安定的にレジストパターンを縮小化することができる。

【0030】

Heガスの代わりに、Ne、Ar、Xe、Kr等の希ガスを用いてもよい。原子番号の大きな希ガスを使用すると、プラズマ中の電子温度を低下させ、酸素の過剰な乖離を抑制することができる。これにより、酸素ラジカルの発生を抑制し、レジストパターンのトリミング量の制御性を高めることができる。また、これら希ガスの代替として、CO、 CO_2 、 N_2 ガスを使用してもよい。

【0031】

エッチングガスの全流量に対するHeガスの流量の比を40%としたとき、同一基板内の5箇所のレジストパターンのトリミング量は、11.0nm、9.1nm、12.9nm、6.4nm、及び16.4nmであった。トリミング量の平均は11.2nmであり、 3σ は11.4nmである。これに対し、Heガスの流量の比を75%としたとき、同一基板内の5箇所のレジストパターンのトリミング量は、11.6nm、10.5nm、12.8nm、10.4nm、及び12.0nmであった。トリミング量の平均は11.5nmであり、 3σ は3.1nmである。

【0032】

このように、希ガスの流量比を大きくすることにより、トリミング量のばらつきを少なくすることができる。これは、 SO_2 ガスによる保護膜の過剰な付着を抑制することができるためと考えられる。トリミング量低減の効果を高めるためには、エッチングガスの全流量に対する希ガスの流量の比を40%以上にすることが好ましい。 SO_2 ガスによる保護膜の過剰な付着が防止されるため、保護膜の変形に起因するレジストパターンの変形や倒壊を防止することができる。

【0033】

また、上記第 1 の実施例で用いたエッチングガスはハロゲン系のガスを含まない。このため、ハロゲン系ガスの化学的作用に起因するレジストパターンの変形や倒壊を防止することができる。

【 0 0 3 4 】

図 4 (A) に、上記実施例による方法で縮小化したレジストパターン 2 1 の断面図を、縮小化前のレジストパターン 2 0 と比較して示す。縮小化前のレジストパターン 2 0 の側面が後退して細くなると共に、上面からもエッチングが進み、そのレジストパターンが低くなる。低くなったレジストパターン 2 1 は、下地層をパターンニングするのに必要な高さ H_t よりも高い。

【 0 0 3 5 】

図 4 (B) に、従来の方法で縮小化した場合の縮小化前及び縮小化後のレジストパターンの断面図を示す。レジストパターン 2 0 の上面からのエッチング量が大きい。レジストパターンが細くなると、上面からのエッチング量が大きくなり、縮小化後のレジストパターン 2 1 a が、必要な高さ H_t を維持できなくなる場合がある。

【 0 0 3 6 】

上記第 1 の実施例のように、エッチングガスに希ガス等を添加することにより、レジストパターンのエッチング速度を制御し、レジストパターンを細くすると共に、必要な高さを維持することが容易になる。

【 0 0 3 7 】

図 4 (C) に、上記実施例による方法で縮小化したレジストパターン 2 6 の平面図を、縮小化前のレジストパターン 2 5 と比較して示す。縮小化によってレジストパターンが細くなると共に、その先端が後退する。図 4 (D) に、従来の方法で縮小化を行った場合の、縮小化前のレジストパターン 2 5 及び縮小化後のレジストパターン 2 6 a の平面図を示す。従来の場合には、レジストパターンの先端の後退量が大きい。このため、縮小化後のレジストパターン 2 6 a の先端を、その先に配置されているレジストパターン 2 8 に近づけることができない。

【 0 0 3 8 】

上記実施例の場合には先端の後退量が小さいため、従来の方法を採用する場合

に比べて、レジストパターン26の先端を、レジストパターン28に近づけることが可能である。

【0039】

図5を参照して、He、O₂、及びSO₂ガスの流量比が、トリミング量に与える影響について説明する。He、O₂、及びSO₂の流量比、及びオーバエッチング量を変えてレジストパターンを縮小化した複数の試料を作製し、トリミング量、及びレジストパターンの先端の後退量を測定した。

【0040】

図5の横軸はオーバエッチング量を単位「%」で表し、縦軸はトリミング量及び先端の後退量を単位「nm」で表す。図中の実線は、孤立したレジストパターンのトリミング量を示し、破線は、太さ0.13μm、ピッチ0.26μmのラインアンドスペースパターンを有するレジストパターンのトリミング量を示し、点線は、太さ1.3μmのレジストパターンの先端の後退量を示す。また、線群aは、He及びO₂の流量をそれぞれ60sccm及び2sccmとし、SO₂を添加しないで縮小化を行った試料のトリミング量を示す。線群bは、He、O₂、及びSO₂の流量をそれぞれ60sccm、20sccm、及び5sccmにして縮小化を行った試料のトリミング量を示す。線群cは、He、O₂、及びSO₂の流量をそれぞれ60sccm、20sccm、及び10sccmにして縮小化を行った試料のトリミング量を示す。なお、各線上に付された丸、三角、四角記号は、複数のレジストパターンの測定結果の平均値である。

【0041】

エッチングガスにSO₂を加えると、オーバエッチング量を多くしてもトリミング量の変化が小さくなる。このため、SO₂を加えることにより、トリミング量をほぼ一定に維持した状態で、オーバエッチングを行うことが可能になる。また、SO₂を加えることにより、トリミング量のパターン密度依存性が低くなることがわかる。このため、孤立パターン及びラインアンドスペースパターンを、ほぼ均等に縮小化することが可能になる。

【0042】

また、SO₂を添加しない場合には、パターン先端の後退量がトリミング量に

比べて大きい、 SO_2 を添加すると、パターン先端の後退量がトリミング量と同程度まで小さくなる。

【 0 0 4 3 】

図 6 に、 O_2 ガス流量とトリミング量との関係を示す。 He 及び SO_2 の流量は、それぞれ 60 sccm 及び 10 sccm とし、オーバエッチング量を 2.0% とした。実線は、孤立したレジストパターンのトリミング量を示し、破線は、太さ $0.13 \mu\text{m}$ 、ピッチ $0.26 \mu\text{m}$ のラインアンドスペースパターンを有するレジストパターンのトリミング量を示し、点線は、太さ $1.3 \mu\text{m}$ のレジストパターンの先端の後退量を示す。なお、各線の上に付された丸、三角、四角記号は、複数のレジストパターンの測定結果の平均値である。 O_2 ガス流量を多くすると、トリミング量及びレジストパターン先端の後退量が大きくなる。

【 0 0 4 4 】

図 7 に、 SO_2 ガス流量とトリミング量との関係を示す。 He 及び O_2 の流量は、それぞれ 60 sccm 及び 20 sccm とし、オーバエッチング量を 2.0% とした。実線、破線、及び点線は、図 6 に示した実線、破線、及び点線のパターンと同じパターンを意味する。なお、各線の上に付された丸、三角、四角記号は、複数のレジストパターンの測定結果の平均値である。 SO_2 ガス流量を多くすると、トリミング量及びレジストパターン先端の後退量が小さくなる。

【 0 0 4 5 】

エッチングガスに SO_2 ガスを添加すると、レジストパターンの表面にイオンを含むポリマ層が形成される。このため、レジストパターンのエッチング速度が低下すると考えられる。イオンを含むポリマ層を効率的に形成するために、レジストパターンの縮小化時の基板温度を 40°C 以下にすることが好ましい。なお、 SO_2 の代わりに、レジスト材料と反応してイオンを含むポリマ層を形成するガスを使用することも可能である。このようなガスとして、例えば硫化カルボニル、硫化水素 (H_2S) 等が挙げられる。

【 0 0 4 6 】

図 6 及び図 7 からわかるように、 O_2 と SO_2 との流量比を変えることにより、トリミング量を制御することが可能になる。

図 2 (C) に示した工程において、有機反射防止膜 5 の底面までエッチングするのに必要な時間だけエッチングを行った後、エッチングガスの全流量に対する SO_2 ガスの流量の比を大きくすることにより、トリミング量の増加を抑制しつつ、有機反射防止膜 5 のオーバエッチングを行うことができる。これにより、有機反射防止膜 5 の側壁を、切り立った形状にすることが可能になる。

【 0 0 4 7 】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【 0 0 4 8 】

上記実施例より、以下の付記に示された発明が導出される。

(付記 1) (a) 基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する工程と、

(b) He 、 Ne 、 Ar 、 Xe 、 Kr 、 CO 、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも 1 つの第 1 のガスと SO_2 ガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする工程と

を有する微細パターンの作製方法。

【 0 0 4 9 】

(付記 2) 前記混合ガスが、さらに O_2 ガスを含む付記 1 に記載の微細パターンの作製方法。

(付記 3) 前記工程 (b) において、前記第 1 のガスの流量を、前記混合ガス全体の流量の 40% 以上にする付記 1 または 2 に記載の微細パターンの作製方法。

【 0 0 5 0 】

(付記 4) 前記工程 (b) において、前記基板の温度を 40°C 以下に保った状態でエッチングを行う付記 1 ～ 3 のいずれかに記載の微細パターンの作製方法。

【 0 0 5 1 】

(付記 5) 前記基板が、下地表面上に形成された有機物からなる反射防止膜を有し、

前記工程 (b) において、前記レジストパターンの表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして、前記反射防止膜をエッチングする付記 1 ～ 4 のいずれかに記載の微細パターンの作製方法。

【 0 0 5 2 】

(付記 6) 前記混合ガスが O_2 ガスを含み、前記工程 (b) が、エッチングの途中に、 O_2 ガスの流量に対する SO_2 ガスの流量の比を増加させる工程を含む付記 5 に記載の微細パターンの作製方法。

【 0 0 5 3 】

(付記 7) 前記工程 (b) において、前記反射防止膜の全厚さがエッチングされるのに必要な時間が経過した時点で、 SO_2 ガスの流量比を増加させる付記 6 に記載の微細パターンの作製方法。

【 0 0 5 4 】

(付記 8) (i) 半導体基板の上に、第 1 の膜を形成する工程と、
(j) 前記第 1 の膜の上に、有機物からなる反射防止膜を形成する工程と、
(k) 前記反射防止膜の上に、感光性レジスト材料からなるレジスト膜を形成する工程と、

(l) 前記レジスト膜を露光し、現像して、レジストパターンを形成する工程と、

(m) He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも 1 つの第 1 のガスと SO_2 ガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして前記反射防止膜をパターニングする工程と、

(n) 表層部がエッチングされた前記レジストパターン及びパターニングされた前記反射防止膜をマスクとして、前記第 1 の膜をエッチングする工程と、

(o) 前記レジストパターン及び前記反射防止膜を除去する工程とを有する半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 5 】

(付記 9) 前記工程 (i) が、前記半導体基板の上に第 2 の膜を形成し、該第 2 の膜の上に前記第 1 の膜を形成する工程を含み、

前記工程 (n) の後に、前記第 1 の膜をハードマスクとして前記第 2 の膜をエッチングする工程を含む付記 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 6 】

(付記 1 0) 前記混合ガスが、さらに O_2 ガスを含む付記 8 または 9 に記載の半導体装置の製造方法。

(付記 1 1) 前記工程 (m) において、前記第 1 のガスの流量を、前記混合ガス全体の流量の 4 0 % 以上にする付記 8 ~ 1 0 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 7 】

(付記 1 2) 前記工程 (m) において、前記基板の温度を 4 0 °C 以下に保った状態でエッチングを行う付記 8 ~ 1 1 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 8 】

(付記 1 3) 前記混合ガスが O_2 ガスを含み、前記工程 (m) が、エッチングの途中に、 O_2 ガスの流量に対する SO_2 ガスの流量の比を増加させる工程を含む付記 8 ~ 1 2 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 5 9 】

(付記 1 4) 前記工程 (m) において、前記反射防止膜の全厚さ分がエッチングされるのに必要な時間が経過した時点で、 SO_2 ガスの流量比を増加させる付記 1 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 6 0 】

(付記 1 5) 基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する工程と、

He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも 1 つの第 1 のガスと、前記感光性レジスト材料と反応してイオンを含むポリマを形成する第 2 のガスとの混合ガスのプラズマにより、前記レジス

トパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする工程と
を有する微細パターンの作製方法。

【 0 0 6 1 】

(付記 1 6) 前記混合ガスが、さらに O_2 ガスを含む付記 1 5 に記載の微細パターンの作製方法。

(付記 1 7) 半導体基板の上に、第 1 の膜を形成する工程と、
前記第 1 の膜の上に、有機物からなる反射防止膜を形成する工程と、
前記反射防止膜の上に、感光性レジスト材料からなるレジスト膜を形成する工程と、

前記レジスト膜を露光し、現像して、レジストパターンを形成する工程と、
He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、 CO_2 、及び N_2 からなる群より選択された少なくとも 1 つの第 1 のガスと、前記感光性レジスト材料と反応してイオンを含むポリマを形成する第 2 のガスとを含む混合ガスのプラズマにより、前記レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングすると共に、該レジストパターンをマスクとして前記反射防止膜をパターニングする工程と、

表層部がエッチングされた前記レジストパターン及びパターニングされた前記反射防止膜をマスクとして、前記第 1 の膜をエッチングする工程と、

前記レジストパターン及び前記反射防止膜を除去する工程と
を有する半導体装置の製造方法。

【 0 0 6 2 】

(付記 1 8) 前記混合ガスが、さらに O_2 ガスを含む付記 1 7 に記載の半導体装置の製造方法。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、 SO_2 ガスに、希ガス等を添加した混合ガスのプラズマを用いてレジストパターンを縮小化させることにより、パターンの変形や倒壊を防止し、縮小化の制御性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例による半導体装置の製造方法を説明するための基

板の断面図（その 1）である。

【図 2】 本発明の実施例による半導体装置の製造方法を説明するための基板の断面図（その 2）である。

【図 3】 本発明の実施例による半導体装置の製造方法を説明するための基板の断面図（その 3）である。

【図 4】 レジストパターンの縮小化前後の形状を示す断面図及び平面図である。

【図 5】 オーバエッチング量とトリミング量との関係を、エッチングガスの種類ごとに示すグラフである。

【図 6】 O_2 ガスの流量とトリミング量との関係を示すグラフである。

【図 7】 SO_2 ガスの流量とトリミング量との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

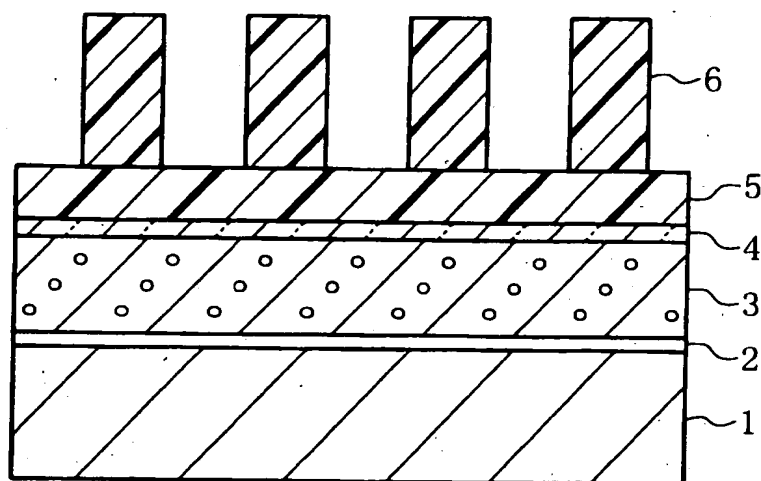
- 1 半導体基板
- 2 ゲート絶縁膜
- 3 ゲート電極層
- 3 a ゲート電極
- 4 ハードマスク層
- 4 a ハードマスクパターン
- 5 反射防止膜
- 6、20、25、28 レジストパターン
- 6 a、21、21 a、26、26 a 縮小化されたレジストパターン
- 7 ソース及びドレイン領域
- 8 サイドウォールスペーサ
- 10 MISFET

【書類名】

図面

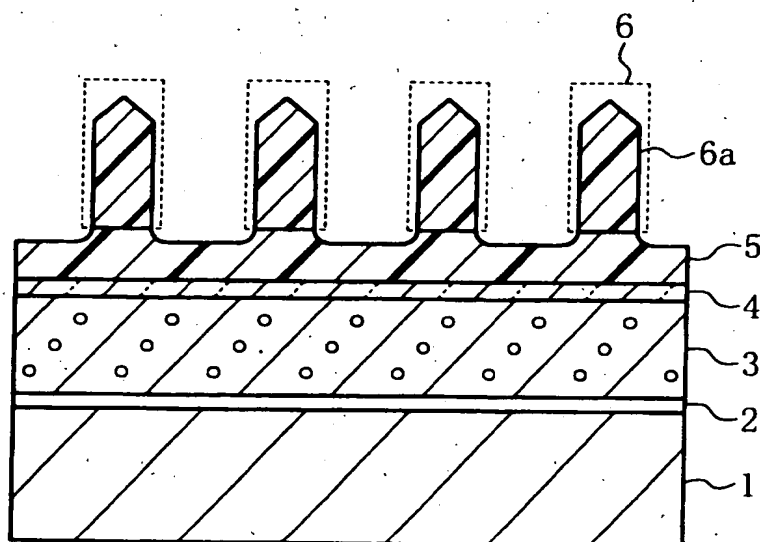
【図 1】

(A)



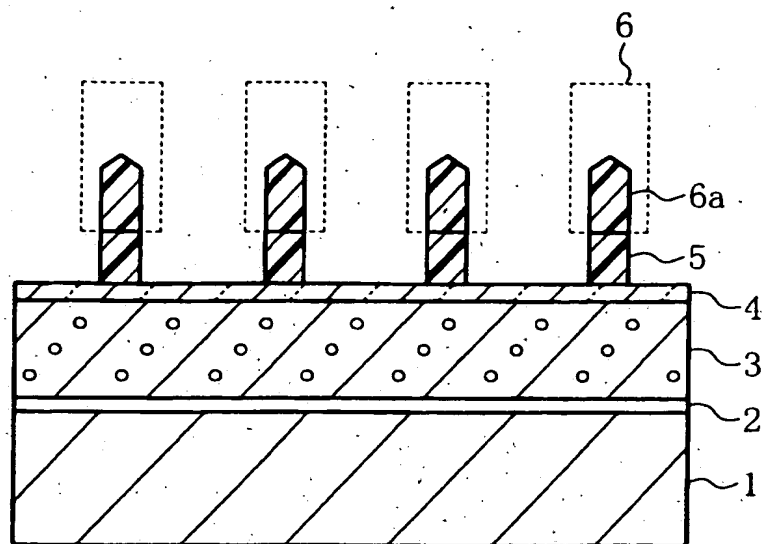
- 2 : ゲート絶縁膜
- 3 : ゲート電極層
- 4 : ハードマスク層
- 5 : 反射防止膜
- 6 : レジストパターン

(B)

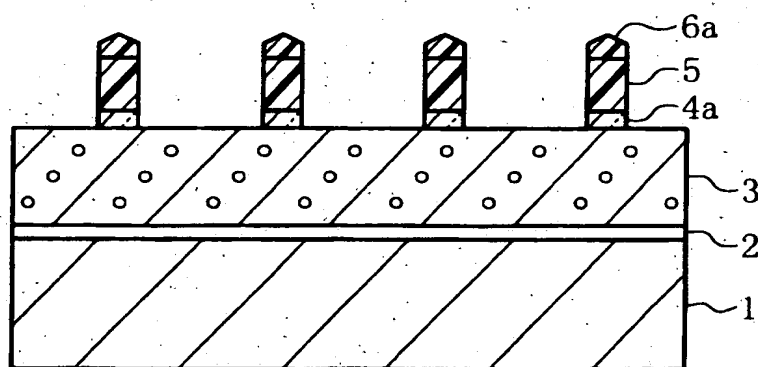


【図 2】

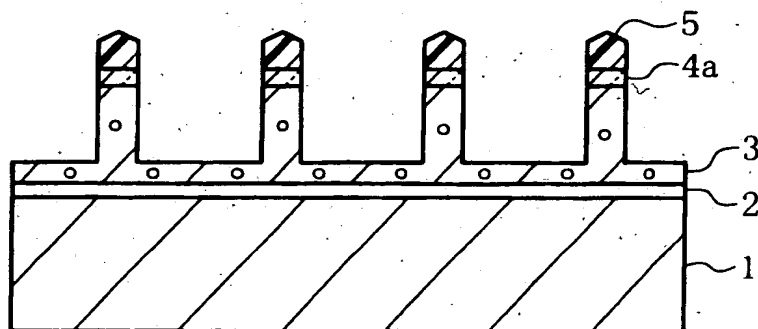
(C)



(D)

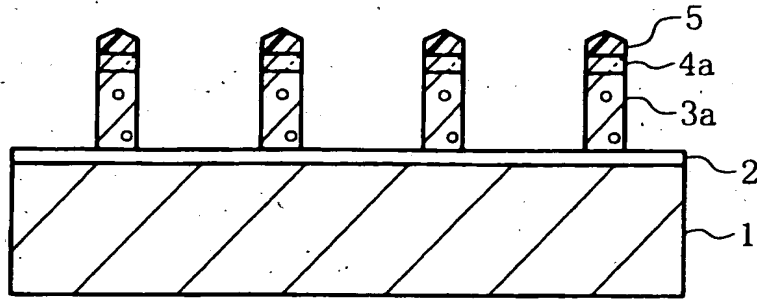


(E)

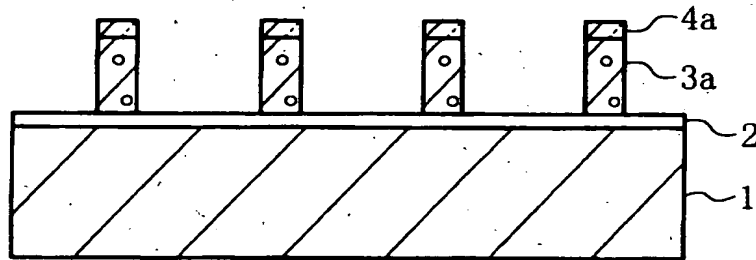


【図3】

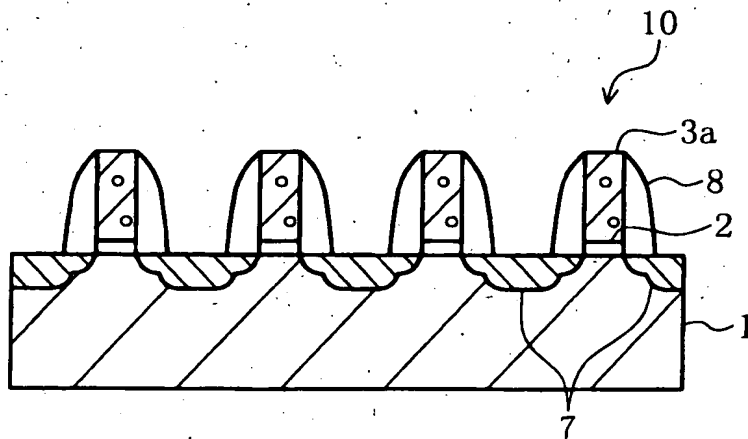
(F)



(G)

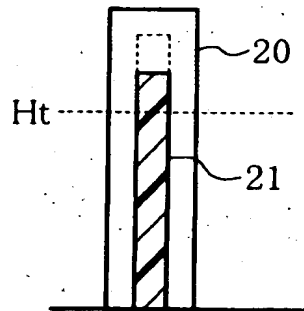


(H)

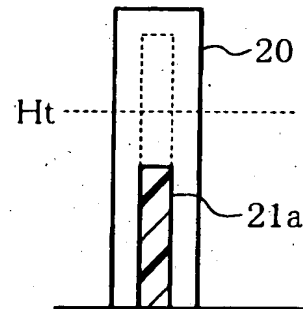


【図 4】

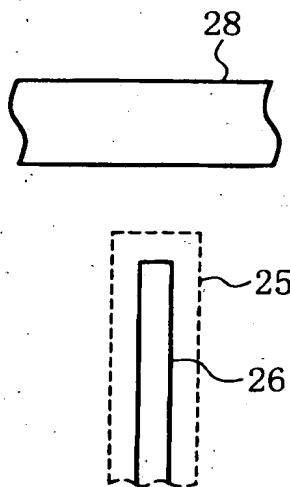
(A)



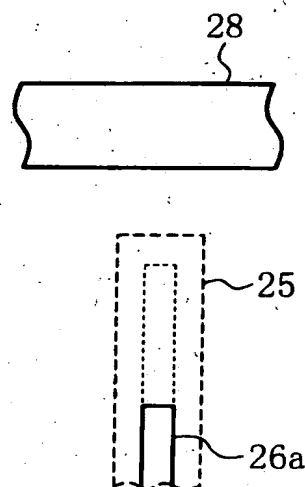
(B)



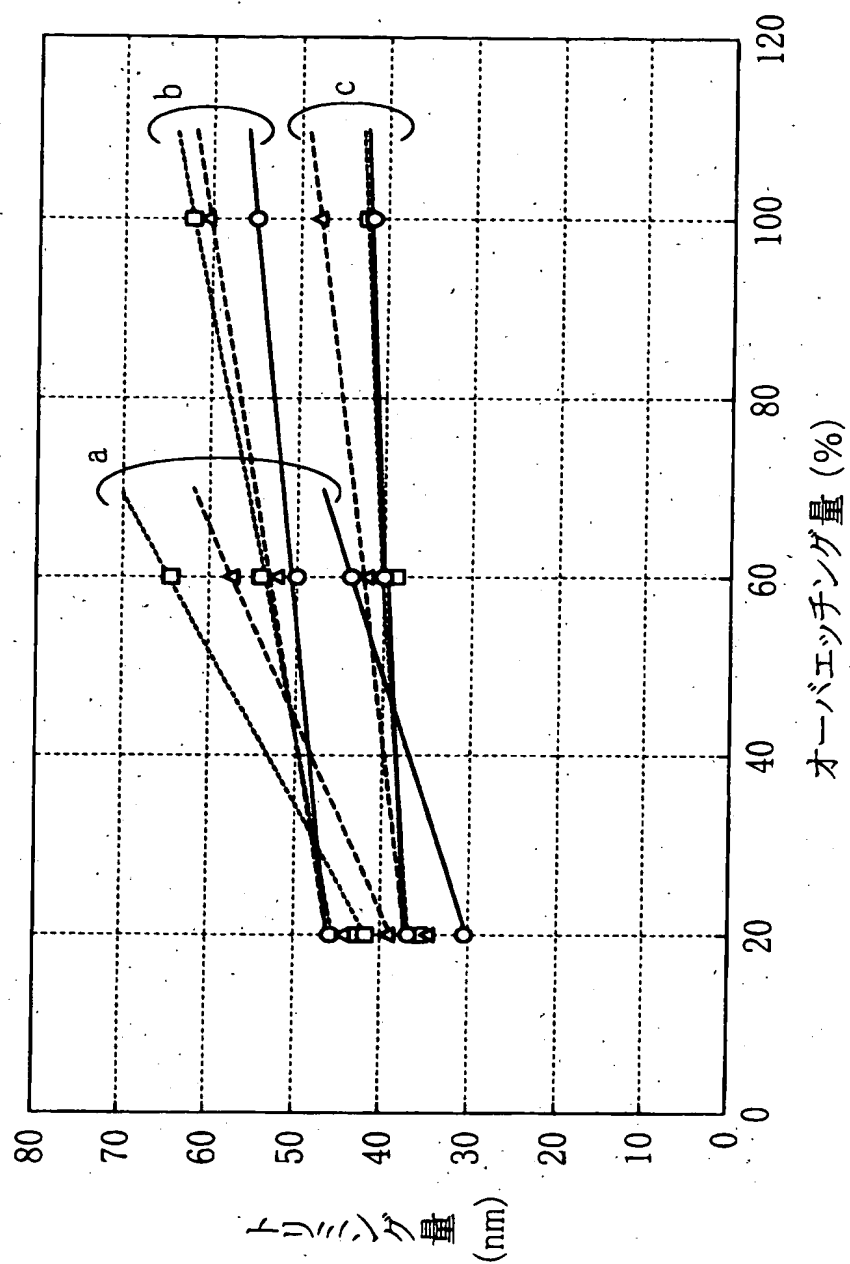
(C)



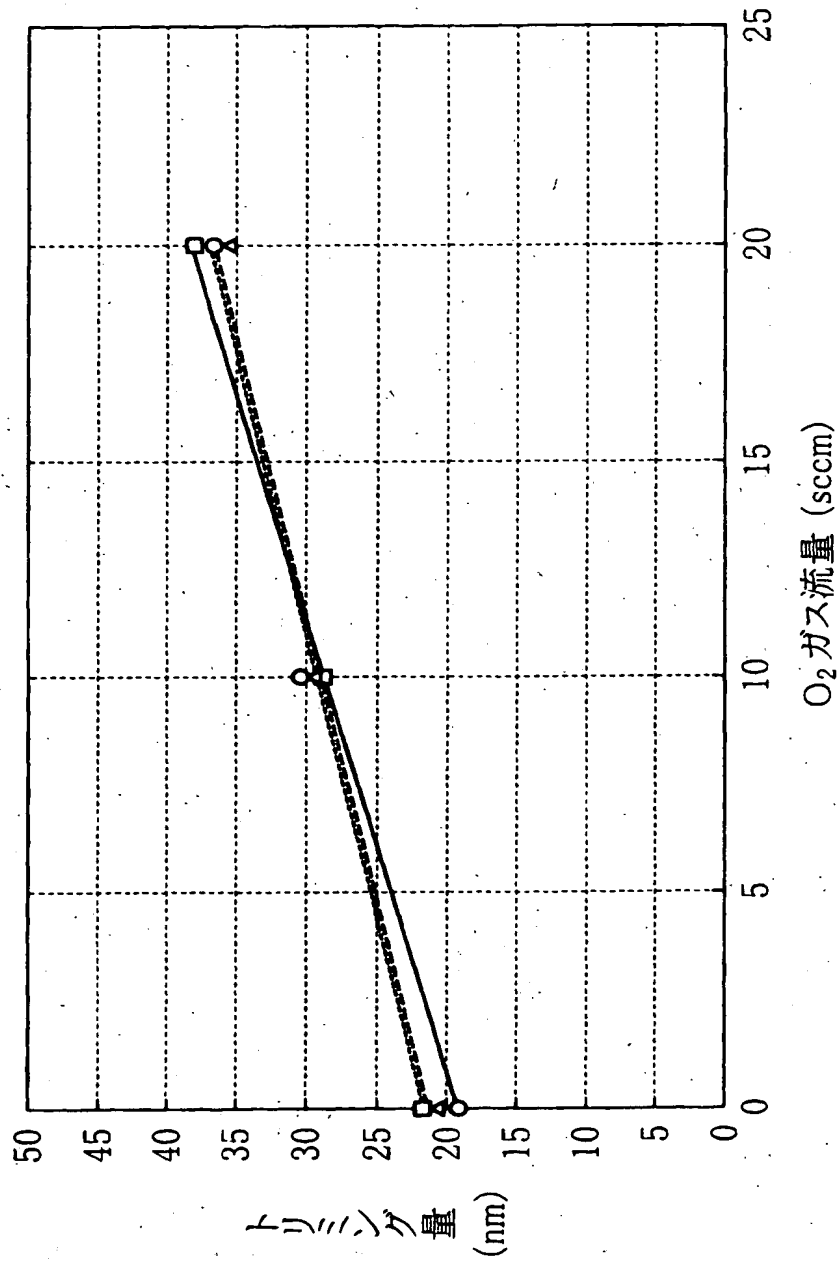
(D)



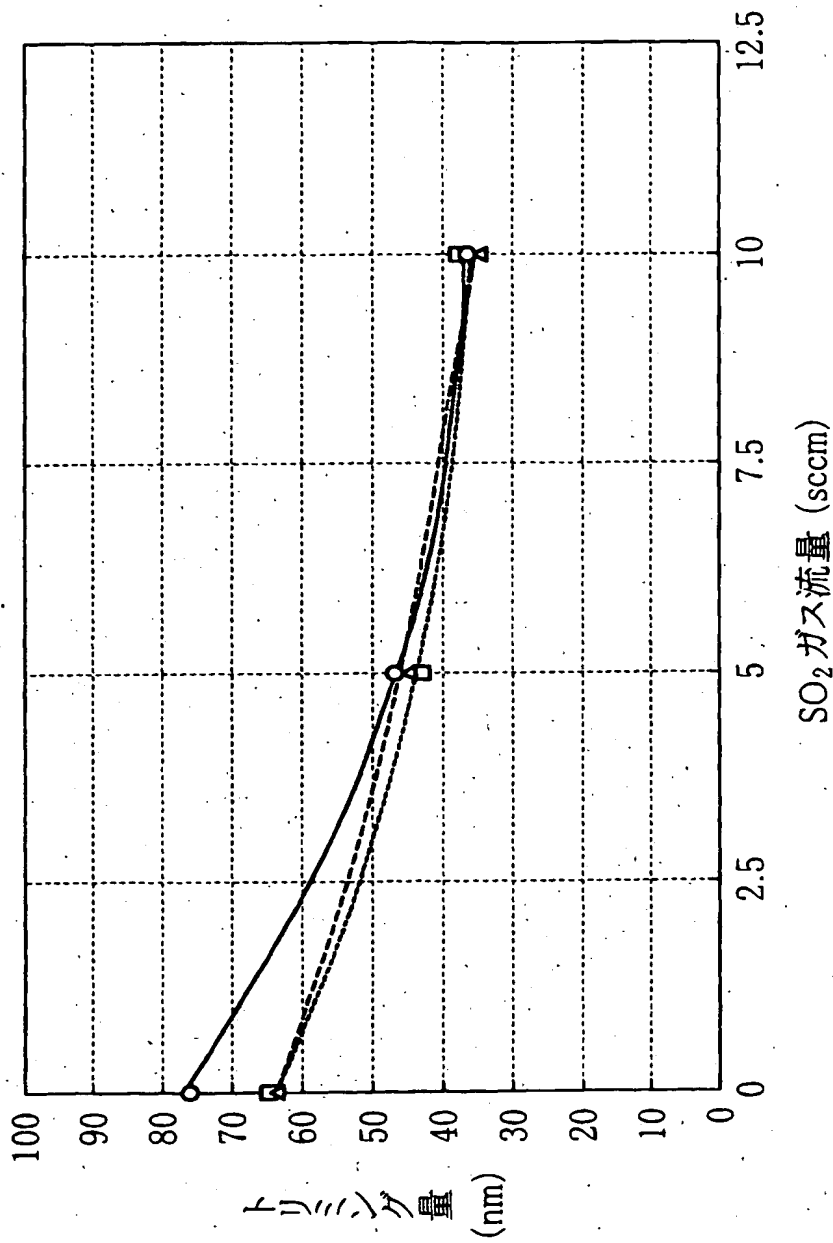
【図 5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レジストパターンを縮小化させる際のパターンの変形や倒壊を防止することが可能な微細パターンの作製方法を提供する。

【解決手段】 基板上に、感光性レジスト材料を塗布し、露光及び現像を行って、レジストパターンを形成する。He、Ne、Ar、Xe、Kr、CO、CO₂、及びN₂からなる群より選択された少なくとも1つの第1のガスとSO₂ガスとを含む混合ガスのプラズマにより、レジストパターンの側面及び上面の表層部をエッチングする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社